

EXPRESS MAIL NO. EV 340 928 627US

DATE OF MAILING 7/2/03

Our Case No. 9281/4607  
Client Reference No. NUS01149

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of: )  
Kiyoshi Sato )  
Serial No. Not Assigned )  
Filing Date: Herewith )  
For Thin Film Magnetic Head Having )  
Improved Heat Radiating Property )

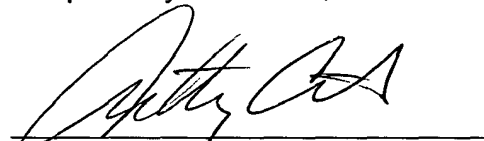
**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of priority document Japanese Patent Application No. 2002-212691, filed July 22, 2002 for the above-named U.S. application.

Respectfully submitted,



Anthony P. Curtis, Ph.D.  
Registration No. 46,193  
Attorney for Applicant

BRINKS HOFER GILSON & LIONE  
P.O. BOX 10395  
CHICAGO, ILLINOIS 60610  
(312) 321-4200

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月22日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-212691

[ST.10/C]:

[JP2002-212691]

出 願 人

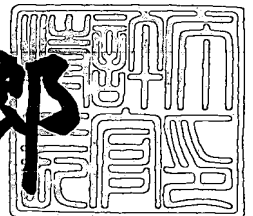
Applicant(s):

アルプス電気株式会社

2003年 3月24日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3019569

【書類名】 特許願

【整理番号】 011263AL

【提出日】 平成14年 7月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 43/08  
G11B 5/39

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

【請求項の数】 17

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区雪谷大塚町1番7号 アルプス電気株式会社  
社内

【氏名】 佐藤 清

【特許出願人】

【識別番号】 000010098

【氏名又は名称】 アルプス電気株式会社

【代表者】 片岡 政隆

【代理人】

【識別番号】 100085453

【弁理士】

【氏名又は名称】 野▲崎▼ 照夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100121049

【弁理士】

【氏名又は名称】 三輪 正義

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041070

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜磁気ヘッド

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下部コア層と、上部コア層と、記録媒体との対向側で前記下部コア層と上部コア層との間に形成されて非磁性ギャップ層を有する記録部と、前記記録部の後方で前記下部コア層と上部コア層とを磁氣的に接続する接続部と、前記接続部の周囲に平面螺旋状に巻回された導電層からなるコイルとを有し、

前記下部コアの少なくとも後方に、前記下部コア層と分離された第 1 の放熱層が形成されており、前記コイルは、絶縁層を介して前記下部コア層に対向する部分と、絶縁層を介して前記第 1 の放熱層に対向する部分とを有していることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 下部コア層と、上部コア層と、記録媒体との対向側で前記下部コア層と上部コア層との間に形成されて非磁性ギャップ層を有する記録部と、前記記録部の後方で前記下部コア層と上部コア層とを磁氣的に接続する接続部と、前記接続部の周囲に平面螺旋状に巻回された導電層からなるコイルと、前記下部コア層の下に絶縁材料の分離絶縁層を介して設けられた上部シールド層と、前記記録媒体との対向側で前記上部シールド層の下に設けられた再生用の磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の下側に絶縁層を介して設けられた下部シールド層とを有し、

前記下部コア層の少なくとも後方に、前記下部コア層と分離して形成される第 1 の放熱層、あるいは前記上部シールド層の少なくとも後方に、前記上部シールド層と分離して形成される第 2 の放熱層、または前記下部シールド層の少なくとも後方に、前記下部シールド層と分離して形成される第 3 の放熱層が、少なくとも 1 つ以上設けられ、

前記コイルは、絶縁層を介して前記下部コア層に対向する部分と、絶縁層を介して前記のいずれかの放熱層に対向する部分とを有していることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記第 1 の放熱層、第 2 の放熱層及び第 3 の放熱層のうち少なくとも 2 つ以上の放熱層が設けられ、設けられた前記放熱層の一部はそれぞれ

膜厚方向に対向して設けられる請求項 2 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 前記記録部のトラック幅を決める方向に沿う方向を幅方向としたときに、前記第 2 の放熱層は、前記上部シールド層の前記幅方向の両側にまで延びている請求項 2 または 3 に記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 前記第 2 の放熱層は、前記上部シールド層と同じ材料で前記上部シールド層と同じ厚さに形成されている請求項 2 ないし 4 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 前記第 2 の放熱層は、前記上部シールド層よりも熱伝導率の高い材料で前記上部シールド層と同じ厚さに形成されている請求項 2 ないし 4 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】 前記第 2 の放熱層と前記第 1 の放熱層とが第 1 の連結部により接続されている請求項 2 ないし 6 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】 前記第 1 の連結部は、前記第 1 の放熱層と第 2 の放熱層のいずれか一方と一体に形成されている請求項 7 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】 前記記録部のトラック幅を決める方向に沿う方向を幅方向としたときに、前記第 3 の放熱層は、前記下部シールド層の前記幅方向の両側にまで延びている請求項 2 ないし 8 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 10】 前記第 3 の放熱層は、前記下部シールド層と同じ材料で前記下部シールド層と同じ厚さに形成されている請求項 2 ないし 9 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド

【請求項 11】 前記第 3 の放熱層は、前記下部シールド層よりも熱伝導率の高い材料で前記下部シールド層と同じ厚さに形成されている請求項 2 ないし 9 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 12】 前記第 3 の放熱層と前記第 2 の放熱層とが第 2 の連結部により接続されている請求項 2 ないし 11 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 13】 前記第 2 の連結部は、前記第 2 の放熱層と第 3 の放熱層のいずれか一方と一体に形成されている請求項 12 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 14】 前記記録部のトラック幅を決める方向に沿う方向を幅方向としたときに、前記第 1 の放熱層は、前記下部コア層の前記幅方向の両側にまで

延びている請求項 1 ないし 1 3 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 5】 前記第 1 の放熱層は、前記下部コア層と同じ材料で下部コア層と同じ厚さに形成されている請求項 1 ないし 1 4 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 6】 前記第 1 の放熱層は、前記下部コア層よりも熱伝導率の高い材料で前記下部コア層と同じ厚さに形成されている請求項 1 ないし 1 4 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 1 7】 前記コイルと前記下部コア層との対向面積よりも、前記コイルと前記第 1 の放熱層との対向面積の方が大きい請求項 1 ないし 1 6 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば磁気記録媒体に対向するスライダのトレーリング端部に設けられる薄膜磁気ヘッドに係り、特に、放熱性に優れた薄膜磁気ヘッドに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の薄膜磁気ヘッドは、図 6 に示すように、スライダ 8 1 のトレーリング側端面 8 1 a に、記録ヘッド部 h 8 5 が設けられている。この記録ヘッド部 h 8 5 は、下部コア層 8 2、上部コア層 8 3 の間にコイル 8 4 を備えたインダクティブヘッドであり、下部コア層 8 2 の先端と上部コア層 8 3 の先端の間に磁気ギャップ層 8 5 が設けられ、上部コア層 8 3 と下部コア層 8 2 は後方部分で磁氣的に接続されている。このような記録ヘッド部 h 8 5 は、 $Al_2O_3$  等の絶縁材料からなる保護層 8 6 によって覆われている。

【0 0 0 3】

ハード磁気ディスクが搭載される磁気記録装置において、記録ヘッド部 h 8 5 が磁気媒体である磁気ディスクに磁気記録を付与するとき、スライダ 8 1 は、磁気ディスクから微小間隔をもって浮上する。

【0 0 0 4】

そして、記録ヘッド部 h 8 5 は、コイル 8 4 に記録電流が印加されて、記録電流により下部、上部コア層 8 2、8 3 に誘導された磁界が磁気ギャップ層 8 5 で洩れ磁界となり、磁気ディスクに記録磁界として付与される。

【0 0 0 5】

【発明が解決しようとする課題】

このような従来の薄膜磁気ヘッドでは、コイル 8 4 の発熱により記録ヘッド部 h 8 5 の温度が上昇して、熱膨張した記録ヘッド部 h 8 5 がスライダ 8 1 の記録媒体との対向面 8 1 b から突出する。

【0 0 0 6】

記録ヘッド部 h 8 5 の温度は、下部、上部コア層 8 2、8 3 に渦電流が発生することによっても上昇するが、記録ヘッド部 h 8 5 の温度上昇が主にコイル 8 4 の発熱によることは、図 7 のグラフにも示すように、コイル 8 4 の直流抵抗の増大に伴ってスライダからの突出量が増加することからもわかる。

【0 0 0 7】

特に、高記録密度を可能とした薄膜磁気ヘッドでは、コイル 8 4 に与えられる記録電流の周波数が高いため、コイル 8 4 の発熱量が多い。このような記録ヘッド部 h 8 5 は高温となり、前記対向面 8 1 b からの突出量が大きくなる。

【0 0 0 8】

高密度および高速記録が可能な磁気記録装置では、磁気媒体とスライダ 8 1 の対向面 8 1 b との対向間隔が狭くなっているため、前記磁気ヘッド部 h 8 5 が突出すると、記録ヘッド部 h 8 5 が磁気媒体に当たる頻度が高くなり、記録媒体を損傷させたり、記録ヘッド部 h 8 5 を損傷する可能性が高くなる。

【0 0 0 9】

本発明は、記録ヘッド部の熱膨張を抑制して、磁気記録装置の高記録密度化、高周波化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、下部コア層と、上部コア層と、記録媒体との対向側で前記下部コア層と上部コア層との間に形成されて非磁性ギャップ層を有する



記録部と、前記記録部の後方で前記下部コア層と上部コア層とを磁氣的に接続する接続部と、前記接続部の周囲に平面螺旋状に巻回された導電層からなるコイルとを有し、

前記下部コア層の少なくとも後方に、前記下部コア層と分離された第1の放熱層が形成されており、前記コイルは、絶縁層を介して前記下部コア層に対向する部分と、絶縁層を介して前記第1の放熱層に対向する部分とを有している。

【0011】

下部コア層は、例えばパーマロイなどのメッキ可能な磁性金属であり、第1の放熱層は、メッキ可能な金属であることが好ましい。このような薄膜磁気ヘッドでは、コイルの熱が第1の放熱層に放出されて、コイルの熱により記録部が熱膨張することが抑制される。第1の放熱層と下部コア層が接触していると、下部コア層の磁束が第1の放熱層に流れ込み、記録部のインダクタンスが変化するなどの記録部の特性変化が生じるので好ましくない。第1の放熱層とコイルの導体層との対向面積は、広いほうが好ましいが、第1の放熱層は、コイルの導体層の一部と対向していれば良い。

【0012】

また本発明の薄膜磁気ヘッドは、下部コア層と、上部コア層と、記録媒体との対向側で前記下部コア層と上部コア層との間に形成されて非磁性ギャップ層を有する記録部と、前記記録部の後方で前記下部コア層と上部コア層とを磁氣的に接続する接続部と、前記接続部の周囲に平面螺旋状に巻回された導電層からなるコイルと、前記下部コア層の下に絶縁材料の分離絶縁層を介して設けられた上部シールド層と、前記記録媒体との対向側で前記上部シールド層の下に設けられた再生用の磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の下側に絶縁層を介して設けられた下部シールド層とを有し、

前記下部コア層の少なくとも後方に、前記下部コア層と分離して形成される第1の放熱層、あるいは前記上部シールド層の少なくとも後方に、前記上部シールド層と分離して形成される第2の放熱層、または前記下部シールド層の少なくとも後方に、前記下部シールド層と分離して形成される第3の放熱層が、少なくとも1つ以上設けられ、

前記コイルは、絶縁層を介して前記下部コア層に対向する部分と、絶縁層を介して前記のいずれかの放熱層に対向する部分とを有していることを特徴とするものである。

## 【 0 0 1 3 】

上記した薄膜磁気ヘッドでは、コイルの熱が第 1 の放熱層、第 2 の放熱層あるいは第 3 の放熱層のいずれか 1 つ以上の放熱層に放出されて、コイルの熱により記録部が熱膨張することが抑制される。

## 【 0 0 1 4 】

パーマロイなどの磁性金属からなる下部コア層、上部シールド層や下部シールド層に対して、第 1 の放熱層、第 2 の放熱層あるいは第 3 の放熱層の少なくとも一つの放熱層が Cu や Au などの熱伝導率の高い材料であれば、コイルの熱は、下部コア層、上部シールド層及び下部シールド層側よりも前記放熱層側に放出され易い。

## 【 0 0 1 5 】

また本発明では、前記第 1 の放熱層、第 2 の放熱層及び第 3 の放熱層のうち少なくとも 2 つ以上の放熱層が設けられ、設けられた前記放熱層の一部はそれぞれ膜厚方向に対向して設けられることが好ましい。

## 【 0 0 1 6 】

また本発明では、前記記録部のトラック幅を決める方向に沿う方向を幅方向としたときに、前記第 2 の放熱層は、前記上部シールド層の前記幅方向の両側にまで延びているものが好ましい。

## 【 0 0 1 7 】

トラック幅を決める方向は、磁気記録媒体との対向面に露出した非磁性ギャップ層の膜面方向の幅方向である。第 2 の放熱層の面積は、熱容量を増すために、広い方が好ましいので、上部シールド層の後方（磁気記録媒体との対向面と反対方向）側で、上部シールド層の両側に形成されている方が良い。しかし、第 2 の放熱層が磁気記録媒体との対向面に露出すると、熱膨張した第 2 の放熱層が磁気記録媒体に接触する可能性がある。よって第 2 の放熱層（第 1 の放熱層、第 3 の放熱層も同様）は、前記磁気記録媒体との対向面よりも後退していることが好ま

しい。

【 0 0 1 8 】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第 2 の放熱層は、前記上部シールド層と同じ材料で前記上部シールド層と同じ厚さに形成できる。

【 0 0 1 9 】

このような薄膜磁気ヘッドは、第 2 の放熱層と上部シールド層を同時に形成することができる。上部シールド層を形成するパーマロイなどの磁性金属は、ある程度の高い熱伝導率を有するので、第 2 の放熱層としても用いることが可能である。また、第 2 の放熱層と上部シールド層の厚さを同じにすることで、コイルを平坦面に形成することができる。

【 0 0 2 0 】

または、前記第 2 の放熱層は、前記上部シールド層よりも熱伝導率の高い材料で前記上部シールド層と同じ厚さに形成することも可能である。

【 0 0 2 1 】

第 2 の放熱層の熱伝導率が高いと、コイルの熱が下部コア層よりも第 2 の放熱層に放出されやすくなり、上部シールド層側に放出されるコイルの温度が下がり、記録部での温度上昇がさらに抑制される。第 2 の放熱層は、非磁性金属であることが好ましく、Au、Ag、Pt、Cu、Cr、Al、Ti、Sn、NiP、Mo、W、Pd、Rh、Ni、CuNi から選ばれる 1 種、または 2 種以上の合金であり、あるいは前記から選ばれた 2 種以上の金属材料が積層された積層体で形成される。さらに、第 2 の放熱層は、メッキ可能な金属とすることが好ましい。また、第 2 の放熱層と上部シールド層の厚さを同じにすることで、コイルを平坦面に形成することができる。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第 2 の放熱層と前記第 1 の放熱層とが第 1 の連結部により接続されていることがさらに好ましい。

【 0 0 2 3 】

第 1 の放熱層と第 2 の放熱層は、第 1 の連結部材により一体化されて熱容量が増し、コイルの熱が第 1 の放熱層と第 2 の放熱層に放出され易くなる。

## 【 0 0 2 4 】

第 1 の連結部は、金属からなることが好ましいが、分離絶縁層よりも熱伝導率が高い限り、絶縁材料であっても良い。例えば、分離絶縁層が  $Al_2O_3$  であるとき、第 1 の連結部を、絶縁材料としては熱伝導率の高い  $AlN$  としてもよい。また、第 1 の連結部は、第 1 の放熱層と第 2 の放熱層のほぼ全面に接触して形成されることが好ましい。

## 【 0 0 2 5 】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第 1 の連結部は、前記第 1 の放熱層と第 2 の放熱層のいずれか一方と一体に形成されている。

## 【 0 0 2 6 】

このような薄膜磁気ヘッドでは、第 1 の連結部を第 1 の放熱層や第 2 の放熱層と同じ工程で形成することができる。

## 【 0 0 2 7 】

また本発明では、前記記録部のトラック幅を決める方向に沿う方向を幅方向としたときに、前記第 3 の放熱層は、前記下部シールド層の前記幅方向の両側にまで延びていることが好ましい。このように、第 3 の放熱層は、熱容量を増大させるために広いほうが好ましい。

## 【 0 0 2 8 】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第 3 の放熱層が、前記下部シールド層と同じ材料で前記下部シールド層と同じ厚さに形成されているものであってもよい。

## 【 0 0 2 9 】

このような薄膜磁気ヘッドでは、下部シールド層と第 3 の放熱層を同時に形成することができる。また、下部シールド層と第 3 の放熱層を同じ厚さにすることにより、上部シールド層と第 2 の放熱層、下部コア層と第 1 の放熱層を平坦面に形成できて、コイルを平坦面上に形成することができる。

## 【 0 0 3 0 】

あるいは、前記第 3 の放熱層は、前記下部シールド層よりも熱伝導率の高い材料で前記下部シールド層と同じ厚さに形成されているものであってもよい。

## 【 0 0 3 1 】

第 3 の放熱層は、A u や C u などのメッキ可能な金属であることが好ましい。  
また、下部シールド層と第 3 の放熱層を同じ厚さにすることにより、上部シールド層と第 2 の放熱層、下部コア層と第 1 の放熱層を平坦面に形成できて、コイルを平坦面上に形成することができる。

【 0 0 3 2 】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第 3 の放熱層と前記第 2 の放熱層とが第 2 の連結部により接続されていることがさらに好ましい。

【 0 0 3 3 】

第 2 の放熱層と第 3 の放熱層は、第 2 の連結部により一体化されて、第 1 の放熱層の熱がより伝導しやすくなる。

【 0 0 3 4 】

第 2 の連結部は、金属であることが好ましいが、上部シールド層と下部シールド層の間に挟まれている絶縁層よりも熱伝導率が高い限り、絶縁材料であっても良い。例えば、上部シールド層と下部シールド層の間に挟まれている絶縁層が  $Al_2O_3$  であるとき、第 2 の連結部を絶縁材料としては熱伝導率が高い A l N としてもよい。

【 0 0 3 5 】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記第 2 の連結部が、前記第 2 の放熱層と第 3 の放熱層のいずれか一方と一体に形成されている。

【 0 0 3 6 】

このような薄膜磁気ヘッドでは、第 2 の連結部を第 2 の放熱層や第 3 の放熱層と同じ工程で形成することができる。

【 0 0 3 7 】

また本発明では、前記記録部のトラック幅を決める方向に沿う方向を幅方向としたときに、前記第 1 の放熱層は、前記下部コア層の前記幅方向の両側にまで延びていることが好ましい。このように、第 1 の放熱層は、熱容量を増大させるために広いほうが好ましい。

【 0 0 3 8 】

また本発明では、前記第 1 の放熱層は、前記下部コア層と同じ材料で下部コア

層と同じ厚さに形成されていることが好ましい。このような薄膜磁気ヘッドでは、下部コア層と第1の放熱層を同時に形成することができる。また、下部コア層と第1の放熱層を同じ厚さにすることにより、コイルを平坦面上に形成することができる。

## 【0039】

また本発明では、前記第1の放熱層は、前記下部コア層よりも熱伝導率の高い材料で前記下部コア層と同じ厚さに形成されてもよい。

## 【0040】

第1の放熱層は、AuやCuなどのメッキ可能な金属であることが好ましい。また、下部コア層と第1の放熱層を同じ厚さにすることにより、コイルを平坦面上に形成することができる。

## 【0041】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、前記コイルと前記下部コア層との対向面積よりも、前記コイルと前記第1の放熱層との対向面積の方が大きいものとして構成される。

## 【0042】

コイルは、良導電材料からなる導体層が巻回されて形成されたものであり、コイルの導体層の幅が、下部コア層上よりも第1の放熱層上で広いと、下部コア層上の導電層で発生した熱が第1の放熱層上の導体層に移動して、第1の放熱層に放出され易い。また、導体層を巻回する間隔（コイル断面における導体層の間隔）を広げてよい。

## 【0043】

## 【発明の実施の形態】

図1に示す磁気ヘッド装置は、 $Al_2O_3-TiC$ からなる略直方体のスライダ1を有しており、その対向面1bがハード磁気ディスクである記録媒体に対向する。前記スライダ1のトレーリング側の端面1a上に、薄膜磁気ヘッドHと端子層60、60および端子層61、61、が形成されている。薄膜磁気ヘッドHは、再生部h1と記録部h2とを備えた複合型である。

## 【0044】

図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドの断面図である。スライダ 1 のトレーリング側の端面 1 a 上には、薄膜磁気ヘッドの再生部 h 1 と記録部 h 2 が順次積層形成されている。

## 【 0 0 4 5 】

スライダ 1 の前記端面 1 a は、 $Al_2O_3$  からなるアンダーコート 2 により被われている。アンダーコート 2 上には、再生部 h 1 のパーマロイからなる下部シールド層 3 が形成されている。下部シールド層 3 の先端は、スライダ 1 の磁気ディスク対向面 1 b に露出している。トラック幅を決める方向は、スライダ 1 を磁気ディスク対向面 1 b 側から見て、端面 1 a の面方向であると定義する（図 2 では、紙面垂直方向）。

## 【 0 0 4 6 】

アンダーコート 2 上には、下部シールド層 3 の後方（以下、「後方」とは、磁気ディスク対向面 1 b と反対側を意味する）に下部シールド層 3 と同じパーマロイ材料からなる下部放熱層（第 3 の放熱層）4 が形成されている。下部シールド層 3 と下部放熱層 4 とは、互いに接触することがないように離して形成されている。

## 【 0 0 4 7 】

絶縁層 5 は、 $Al_2O_3$  からなる第 1 層 5 a と第 2 層 5 b が積層されており、アンダーコート 2 上に形成されて下部シールド層 3 を覆っている。下部放熱層 4 は、前方の縁部付近のみが前記絶縁層 5 に覆われており、上面のほぼ全面が絶縁層 5 から露出している。

## 【 0 0 4 8 】

下部シールド層 3 上には、絶縁層 5 の第 1 層 5 a を介して再生部 h 1 の磁気抵抗効果素子 6 が形成されている。この磁気抵抗効果素子 6 は、スピバルブ膜に代表される巨大磁気抵抗効果を利用した GMR 素子や、異方性磁気抵抗効果を利用した AMR 素子である。磁気抵抗効果素子 6 の先端は、スライダ 1 の磁気ディスク対向面 1 b に露出している。

## 【 0 0 4 9 】

磁気抵抗効果素子 6 の両端には、磁気抵抗効果素子 6 に接続された 1 対の電極

層（図示しない）が形成されている。1 対の電極層の間隔が、再生トラック幅寸法と同等である。

## 【 0 0 5 0 】

絶縁層 5 の第 2 層 5 b は、第 1 層 5 a 上に形成されて、磁気抵抗効果素子 6 を覆っている。

## 【 0 0 5 1 】

また、図 2 に示すように、絶縁層 5 上には、パーマロイからなる上部シールド層 9 が形成されている。上部シールド層 9 は、下部シールド層 3 と対向しており、先端がスライダ 1 の磁気ディスク対向面 1 b に露出している。

## 【 0 0 5 2 】

このように、再生部 h 1 は、磁気抵抗効果素子 6 が上部シールド層 9 と下部シールド層 3 の間に介在する構成である。絶縁層 5 の第 1 層 5 a と第 2 層 5 b は、それぞれ磁気抵抗効果素子 6 と下部シールド層 3 の間、磁気抵抗効果素子 6 と上部シールド層 9 の間に挟まれて、磁気抵抗効果素子 6 を下部シールド層 3 と上部シールド層 9 から絶縁している。

## 【 0 0 5 3 】

また、絶縁層 5 上には、上部シールド層 9 と同じパーマロイからなる中間放熱層（第 2 の放熱層）1 1 が形成されている。中間放熱層 1 1 は、絶縁層 5 から露出した下部放熱層 4 を覆って形成されている。中間放熱層 1 1 は、下部放熱層 4 とほぼ同じ大きさであり、膜厚方向で下部放熱層 4 のほぼ全面と対向している。

## 【 0 0 5 4 】

中間放熱層 1 1 は、絶縁層 5 を貫通して、絶縁層 5 から露出した下部放熱層 4 に接触する第 2 の連結部 1 1 a が一体に形成されている。中間放熱層 1 1 と下部放熱層 4 は、中間放熱層 1 1 と一体の前記第 2 の連結部 1 1 a により連結されている。

## 【 0 0 5 5 】

中間放熱層 1 1 は、上部シールド層 9 や導電接続部 1 0 に接触することなく、上部シールド層 9 の後方に形成されている。中間放熱層 1 1 を上部シールド層 9 から分離することにより、中間放熱層 1 1 の熱が上部シールド層 9 に伝わり難く



、上部シールド層 9 の温度上昇による磁気抵抗効果素子 6 への影響を低減できる。

【 0 0 5 6 】

上部シールド層 9 は、 $Al_2O_3$  からなる分離絶縁層 1 2 により覆われている。分離絶縁層 1 2 からは、中間放熱層 1 1 の上面のほぼ全面が露出している。

【 0 0 5 7 】

再生部 h 1 上には、分離絶縁層 1 2 を介して記録ヘッド部 h 2 が形成されている。図 2 に示す記録ヘッド部 h 2 はインダクティブヘッドである。このインダクティブヘッドでは、分離絶縁層 1 2 上に、パーマロイからなる下部コア層 1 3 が形成されている。下部コア層 1 3 の先端は、対向面 1 b に露出している。

【 0 0 5 8 】

分離絶縁層 1 2 上には、下部コア層 1 3 と同じパーマロイからなる上部放熱層（第 2 の放熱層）1 5 が形成されている。上部放熱層 1 5 は、分離絶縁層 1 2 から露出した中間放熱層 1 1 を覆って形成されている。

【 0 0 5 9 】

上部放熱層 1 5 には、分離絶縁層 1 2 を貫通して、分離絶縁層 1 2 から露出した中間放熱層 1 1 に接触する第 1 の連結部 1 5 a が一体に形成されている。上部放熱層 1 5 と中間放熱層 1 1 は、上部放熱層 1 5 と一体の前記第 1 の連結部 1 5 a により連結されている。

【 0 0 6 0 】

上部放熱層 1 5 は、中間放熱層 1 1 とほぼ同じ大きさであり、膜厚方向で中間放熱層 1 1 のほぼ全面と対向している。

【 0 0 6 1 】

上部放熱層 1 5 は、下部コア層 1 3 や磁気抵抗効果素子 6 に電氣的に接続された電極層後方での接続部（図示しない）に接触することなく、下部コア層 1 3 の後方に形成されている。上部放熱層 1 5 を下部コア層 1 3 と分離することにより、下部コア層 1 3 の磁界が上部放熱層 1 5 に流れ込むことがなく、上部放熱層 1 5 を設けることによる記録コア部 h 2 のインダクタンスの変化を生じない。

【 0 0 6 2 】

記録ヘッド部 h 2 において、前記下部コア層 1 3 上に導電材料からなるメッキ下地層 1 6 が積層されている。

## 【 0 0 6 3 】

記録ヘッド部 h 2 の対向面 1 b 側には、前記メッキ下地層 1 6 の上に、記録コア部 1 7 がメッキで形成されており、この記録コア部 1 7 が前記対向面 1 b に露出している。前記記録コア部 1 7 は、メッキ下地層 1 6 の上にメッキ成長した磁性金属材料で形成された下部磁極層 1 7 a と、前記下部磁極層 1 7 a の上にメッキ成長した Ni P などの非磁性金属で形成された非磁性ギャップ層 1 7 b、および前記非磁性ギャップ層 1 7 b の上にメッキ成長した磁性金属材料で形成された上部磁極層 1 7 c とで構成されている。

## 【 0 0 6 4 】

高記録密度に対応した薄膜磁気ヘッドでは、前記対向面 1 b に現れている前記記録コア部 1 7 のトラック幅寸法（図 2 の紙面に垂直方向での幅寸法）は、0. 7  $\mu$  m 以下で形成されることが好ましく、より好ましくは 0. 5  $\mu$  m 以下である。また、下部磁極層 1 7 a の高さ寸法（厚み寸法）は、例えば 0. 3  $\mu$  m 程度、非磁性ギャップ層 1 7 b の高さ寸法（厚み寸法）は、例えば 0. 1  $\mu$  m 程度、上部磁極層 4 c の高さ寸法（厚み寸法）は、例えば 2. 4 ~ 2. 7  $\mu$  m 程度である。

## 【 0 0 6 5 】

前記下部磁極層 1 7 a および上部磁極層 1 7 c は、前記下部コア層 1 3 と同じ磁性材料で形成されていてもよいが、前記下部コア層 1 3 よりも飽和磁束密度の高い磁性材料で形成されていることが好ましい。

## 【 0 0 6 6 】

この実施の形態では、前記対向面 1 b よりも後方に、有機絶縁材料で形成された G d 決め絶縁層 1 8 が形成され、前記非磁性ギャップ層 1 7 b の奥行き寸法が前記 G d 決め絶縁層 1 8 により決められている。

## 【 0 0 6 7 】

薄膜磁気ヘッドの内方では、前記メッキ下地層 1 6 の上に磁性金属材料の接続層 1 9 がメッキ形成され、接続層 1 9 が下部コア層 1 3 と磁氣的に接続されてい

る。

【 0 0 6 8 】

前記記録コア部 1 7 および前記接続層 1 9 を除く領域では、前記メッキ下地層 1 6 および G d 決め絶縁層 1 8 を覆う絶縁下地層 2 0 が形成されている。また、上部放熱層 1 5 は、絶縁下地層 2 0 により覆われている。

【 0 0 6 9 】

前記絶縁下地層 2 0 上には、第 1 のコイル 2 1 が設けられている。この第 1 のコイル 2 1 は、C u などの比抵抗の小さい良導電体からなる導体層 2 1 a が、前記接続層 1 9 の周囲に平面螺旋状となるように周回されて構成されている。第 1 のコイル 2 1 には、下部コア層 1 3 と対向する領域と、上部放熱層 1 5 と対向する領域がある。第 1 のコイル 2 1 は、下部コア層 1 3 と対向する部分の後方で、ほぼ全面が上部放熱層 1 5 に対向していることが好ましい。

【 0 0 7 0 】

第 1 のコイル 2 1 は、導体層 2 1 a の幅が下部コア層 1 3 と対向する領域に比べて、上部放熱層 1 5 と対向する領域で広がっている。

【 0 0 7 1 】

このような第 1 のコイル 2 1 は、導体層 2 1 a の幅が狭い下部コア層 1 3 側で発熱するが、良導電体からなる導体層 2 1 a の熱伝導率が高いので、下部コア層 1 3 側の熱は上部放熱層 1 5 側に移動して、上部放熱層 1 5 に放出されやすい。

【 0 0 7 2 】

また、第 1 のコイル 2 1 は、記録コア部 1 7 と接続層 1 9 に挟まれた部分において、隣合う導体層 2 1 a 間の間隔がそれ以外の部分に比べて狭くなっている。このような第 1 のコイル 2 1 の構造では、記録コア部 1 7 と接続層 1 9 との間隔を狭くして、磁路長が短く低インダクタンスの記録ヘッド部 h 2 とすることができ。

【 0 0 7 3 】

前記第 1 のコイル 2 1 は、導体層 2 1 a の間が第 1 のコイル絶縁層 2 2 で埋められている。第 1 のコイル 2 1 は、前記第 1 のコイル絶縁層 2 2 により覆われている。

## 【 0 0 7 4 】

前記第 1 のコイル絶縁層 2 2 を形成する無機絶縁材料は、 $\text{AlO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{TiO}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{AlSiN}$ 、 $\text{TiN}$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{NiO}$ 、 $\text{WO}$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{BN}$ 、 $\text{CrN}$ 、 $\text{SiON}$ のうち少なくとも 1 種から選択されることが好ましい。なお、前記第 1 のコイル 2 1 の導体層 2 1 a の間は、レジスト等の有機絶縁材料で埋められていても良い。

## 【 0 0 7 5 】

第 1 のコイル絶縁層 2 2 上には、第 2 のコイル 2 3 が形成されている。第 2 のコイル 2 3 は、 $\text{Cu}$ 等の良導電体からなる導体層 2 3 a が接続層 1 9 の周囲に平面螺旋状となるように巻回されて構成されている。第 2 のコイル 2 3 は、導体層 2 3 a の中心端部が第 1 のコイル絶縁層 2 2 を貫通して第 1 のコイル 2 1 の中心に接続されている。

## 【 0 0 7 6 】

第 2 のコイル 2 3 は、下部コア層 1 3 と対向する領域と上部放熱層 1 5 と対向する領域がある。第 2 のコイル 2 3 は、第 1 のコイル 2 1 と同様に、下部コア層 1 3 に対向する部分の後方で、ほぼ全面が上部放熱層 1 5 に対向していることが好ましい。

## 【 0 0 7 7 】

第 2 のコイル 2 3 は、導体層 2 3 a の幅が下部コア層 1 3 と対向する領域に比較して、上部放熱層 1 5 と対向する領域で広がっている。このような第 2 のコイル 2 3 では、第 1 のコイル 2 1 と同様に、導体層 2 3 a の熱が上部放熱層 1 5 に放出されやすい。

## 【 0 0 7 8 】

第 1 のコイル絶縁層 2 2 の上には、レジストからなる第 2 のコイル絶縁層 3 6 が形成されて、第 2 のコイル 2 3 は、第 2 のコイル絶縁層 3 6 により覆われている。第 2 のコイル絶縁層 3 6 は、第 2 のコイル 2 3 の導体層 2 3 a 間を埋めている。

## 【 0 0 7 9 】

第 2 のコイル絶縁層 3 6 の上には、パーマロイからなる上部コア層 2 4 が形成

されている。上部コア層 2 4 は、第 2 のコイル絶縁層 3 6 により第 2 のコイル 2 3 から絶縁されており、基部 2 4 a が接続層 1 9 に接続されると共に、先端部 2 4 b が記録コア部 1 7 の上部磁極層 1 7 c の上面に接続されている。

## 【 0 0 8 0 】

また、上部コア層 2 4 の先端部 2 4 b は、磁気ディスク対向面 1 b に露出することなく、対向面 1 b からハイト方向へ後退した位置を起点として記録コア部 1 7 から離れるに従って磁気ディスク対向面 1 b から離れるような傾斜面を有している。

## 【 0 0 8 1 】

保護層 2 5 は、 $Al_2O_3$  等の絶縁材料からなり、記録ヘッド部 h 2 を覆っており、またその一部が対向面 1 b と同一面となっている。

## 【 0 0 8 2 】

保護層 2 5 上には、図 1 に示した端子層 6 0、6 0 および端子層 6 1、6 1 が形成されている。この端子層 6 0、6 0 および端子層 6 1、6 1 は、比抵抗の小さい金属材料である Au、Ag、Pt、Cu のいずれか、または前記金属材料のいずれか 2 種以上の合金、あるいは前記金属材料のいずれか 2 種以上の積層体である。

## 【 0 0 8 3 】

記録ヘッド部 h 2 の第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 の端部は、それぞれ端子層 6 1、6 1 と電氣的に接続されている。また、再生部 h 1 の磁気抵抗効果素子 6 の両側に電氣的に接続された電極層後方での接続部（図示しない）は、それぞれ端子層 6 0、6 0 と電氣的に接続されている。

## 【 0 0 8 4 】

前記端子層 6 0、6 0 および前記端子層 6 1、6 1 はいわゆるボンディングパッドとして機能するものであり、前記各端子層に接続されたワイヤー、またはフレキシブルプリント基板のリードが、磁気記録再生装置に設けられた電気回路と導通されている。

## 【 0 0 8 5 】

次に、上記薄膜磁気ヘッドの製造方法を説明する。

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ 基板のアンダーコート 2 上にパーマロイ膜をメッキ形成して、下部シールド層 3 と下部放熱層 4 を同時に形成した後、Chemical Mechanical Polishing (以下、CMP と記載) により下部シールド層 3 と下部放熱層 4 を平坦化する。次に、磁気抵抗効果素子 6 と絶縁層 5 を形成して、下部放熱層 4 上の絶縁層 5 を除去する。

## 【 0 0 8 6 】

次に、下部シールド層 3、磁気抵抗効果素子 6 を覆う絶縁層 5 上に、パーマロイ膜をメッキ形成して、上部シールド層 9 と中間放熱層 1 1 を同時に形成する。このとき、下部放熱層 4 上の絶縁層 5 が除去されているので、中間放熱層 1 1 には、下部放熱層 4 に接触する第 2 の連結部 1 1 a が形成される。そして、CMP により上部シールド層 9 と中間放熱層 1 1 を平坦化する。

## 【 0 0 8 7 】

そして、上部シールド層 9 と中間放熱層 1 1 を覆う分離絶縁層 1 2 を形成して、中間放熱層 1 1 上の分離絶縁層 1 2 を除去する。

## 【 0 0 8 8 】

次に、分離絶縁層 1 2 の上にパーマロイ膜をめっき形成して、記録部 h 2 の下部コア層 1 3 と、上部放熱層 1 5 とを同時に形成する。このとき、中間放熱層 1 1 上の分離絶縁層 1 2 が除去されているので、上部放熱層 1 5 には、中間放熱層 1 1 に接触する第 1 の連結部 1 5 a が形成される。そして、CMP により下部コア層 1 3 と上部放熱層 1 5 を平坦化する。

## 【 0 0 8 9 】

続いて下部コア層 1 3 の上に、記録ヘッド部 h 2 の G d 決め絶縁層 1 8、記録コア部 1 7、接続層 1 9、第 1、第 2 のコイル 2 1、2 3、上部コア層 2 4 などを形成した後、記録ヘッド部 h 2 を覆う保護層 2 5 を形成する。

## 【 0 0 9 0 】

このような薄膜磁気ヘッドの製造方法では、下部放熱層 4、中間放熱層 1 1、上部放熱層 1 5 を、それぞれ下部シールド層 3、上部シールド層 9、下部コア層 1 3 と同じ材料で且つ同時に形成するので、各放熱 4、1 1、1 5 を設けるために製造工程数、材料数が増えることがない。

## 【 0 0 9 1 】

図 1 に示す磁気ヘッド装置は、ハード磁気ディスク装置等の磁気記録再生装置に搭載される。この磁気ヘッド装置は、スライダ 1 が薄い板ばねで形成された弾性支持部材に支持されて、スライダ 1 の対向面 1 b が磁気ディスク（図示せず）等の磁気記録媒体に対向する。そして前記磁気記録媒体が回転すると、その表面の空気流によりスライダ 1 が磁気記録媒体から微小間隔を空けて浮上し、またはスライダ 1 が磁気記録媒体に摺動する。

## 【 0 0 9 2 】

このような薄膜磁気ヘッドが磁気ディスク等の磁気媒体に磁気記録を行なうとき、記録部 h 2 の第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 に、記録電流が印加される。第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 を流れる記録電流は、下部コア層 1 3 および上部コア層 2 4 に磁界を誘導する。この磁界は、非磁性ギャップ層 1 7 b において洩れ磁界となり、この洩れ磁界により磁気記録媒体が磁化される。

## 【 0 0 9 3 】

このとき、上部コア層 2 4 と下部コア層 1 3 間には、記録コア部 1 7 と接続層 1 9 を介して磁路が形成される。記録コア部 1 7 と接続層 1 9 の間において、第 1 のコイル 2 1 の導体層 2 1 a 幅と、第 2 のコイル 2 3 の導体層 2 3 a 幅が狭くなっているため、記録コア部 1 7 と接続層 1 9 の間隔が狭く形成されて、記録ヘッド部 h 2 は、磁路長が短く、効率良く磁気記録媒体を磁化することができる。

## 【 0 0 9 4 】

第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 には、記録電流によるジュール熱が発熱する。上部放熱層 1 5 は、上部放熱層 1 5 の第 1 の連結部 1 5 a、中間放熱層 1 1 の第 2 の連結部 1 1 a により中間放熱層 1 1 及び下部放熱層 4 と一体化されて、熱容量が増大しているため、第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 の熱が放出され易い。第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 の熱は、一体化された上部放熱層 1 5 と中間放熱層 1 1 と下部放熱層 4 に放出されて、下部放熱層 4 からスライダ 1 に放出される。

## 【 0 0 9 5 】

また、下部コア層 1 3 上に比べて、上部放熱層 1 5 上で第 1 のコイル 2 1 の導

体層 2 1 a 幅と第 2 のコイル 2 3 の導体層 2 3 a 幅が広がっている。第 1 のコイル 2 1 の導体層 2 1 a と第 2 のコイル 2 3 の導体層 2 3 a は、良導電体であり熱伝導性にも優れているので、第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 の熱は、下部コア層 1 3 側から上部放熱層 1 5 側に移動して、上部放熱層 1 5 に放出される。

【 0 0 9 6 】

記録部 h 2 の温度は、上部コア層 2 4 と下部コア層 1 3 に生じる渦電流によっても上昇するが、第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 を流れる記録電流によるものが主である。

【 0 0 9 7 】

このようにして、第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 の熱は、上部放熱層 1 5、中間放熱層 1 1、下部放熱層 4 に放出されるので、記録部 h 2 が高熱になるのを防ぐことができる。その結果、記録部 h 2 の熱膨張量が少なくなって、記録部 h 2 がスライダ 1 の対向面 1 b から突出することが抑制される。

【 0 0 9 8 】

よって、高記録密度化、高周波数化に伴いスライダ 1 の磁気ディスク対向面 1 b と磁気記録媒体（磁気ディスク）との間隔が狭く、例えば、1 0 n m 以下のハード磁気ディスク装置であっても、記録部 h 2 が磁気記録媒体に直接に当たるのを防止できるようになる。

【 0 0 9 9 】

また、このような薄膜磁気ヘッドでは、磁気ディスク等磁気媒体の磁気記録を再生するとき、磁気抵抗効果素子 6 は、上部シールド層 9、下部シールド層 3 の間に現れた磁気ディスクからの磁界を検知して、磁界により電気抵抗が変化する。そして、この電気抵抗変化から磁気記録を再生する。

【 0 1 0 0 】

このとき、再生部 h 1 は、下部シールド層 3 と上部シールド層 9 が、それぞれ下部放熱層 4、中間放熱層 1 1 から分離されており、下部シールド層 3 と上部シールド層 9 は、下部放熱層 4 や中間放熱層 1 1 からの熱が伝導し難く、高温になることがない。また、記録部 h 2 での温度上昇が抑制されているので、記録部 h 2 の熱により再生部 h 1 が高温になることがない。



## 【 0 1 0 1 】

このような再生部 h 1 では、下部シールド層 3 や上部シールド層 9 の温度上昇による磁気抵抗効果素子 6 の磁気特性の変動や、温度による電気抵抗変化が少ないので、磁気抵抗効果素子 6 の電気抵抗の変化から磁気記録を正確に再生することができる。

## 【 0 1 0 2 】

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドを示す断面図である。図 3 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と同一部材には同一符号を付与して説明を省略する。ここでは、第 1 の実施の形態と異なる事項を説明する。

## 【 0 1 0 3 】

下部放熱層 4 の上面は、Cu や Au などの熱伝導率の高い金属材料からなる第 2 の連結部 2 8 に接触している。

## 【 0 1 0 4 】

上部シールド層 9 の後方には、上部シールド層 9 と同じパーマロイからなる中間放熱層 2 6 が形成されている。中間放熱層 2 6 は、下部放熱層 4 と互に対向しており、第 2 の連結部 2 8 により下部放熱層 4 と連結されている。

## 【 0 1 0 5 】

中間放熱層 2 6 は、上面のほぼ全面が分離絶縁層 1 2 から露出している。上部放熱層 2 7 は、下部コア層 1 3 と同じパーマロイ材料からなり、中間放熱層 2 6 と互に対向している。Cu や Au などの熱伝導率の高い金属材料からなる第 1 の連結部 2 9 は、分離絶縁層 1 2 を貫通して設けられ、上部放熱層 2 7 および中間放熱層 2 6 に接触している。

## 【 0 1 0 6 】

第 2 の実施の形態において、上部放熱層 2 7 は、中間放熱層 2 6 及び下部放熱層 4 と熱伝導率の高い金属からなる第 2 の連結部 2 8 および第 1 の連結部 2 9 により一体化されており、上部放熱層 2 7 から下部放熱層 4 までの熱伝導が速やかであり、第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 の熱がスライダ 1 に放出され易い。

## 【 0 1 0 7 】

このような第 2 の実施の形態の製造方法は、下部放熱層 4 上の絶縁層 5 を除去した後、Cu や Au などの金属膜をメッキ形成して、第 2 の連結部 2 8 を形成する。第 2 の連結部 2 8 を形成した後、パーマロイ膜をメッキ形成して、中間放熱層 2 6 を形成する。

## 【 0 1 0 8 】

そして、中間放熱層 2 6 と上部シールド層 9 を覆う分離絶縁層 1 2 を形成した後、中間放熱層 2 6 上の分離絶縁層 1 2 を除去する。そして、Cu や Au などの金属膜をメッキ形成して、第 1 の連結部 2 9 を形成する。第 1 の連結部 2 9 を形成した後、パーマロイ膜をメッキ形成して、上部放熱層 2 7 を形成する。

## 【 0 1 0 9 】

図 4 は、本発明の第 3 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドを示す断面図である。図 4 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と同一部材には同一符号を付与して説明を省略する。ここでは、第 1 の実施の形態と異なる事項を説明する。

## 【 0 1 1 0 】

第 3 の実施の形態において、下部シールド層 3 0 は、第 1 の実施の形態よりも広い範囲に形成されており、記録部 h 2 の接続層 1 9 よりも後方に延出されている。記録部 h 2 の第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 は、全面が下部シールド層 3 0 の上に形成されている。

## 【 0 1 1 1 】

下部シールド層 3 0 は、磁気抵抗効果素子 6 を覆う絶縁層 5 に覆われており、絶縁層 5 上には、上部シールド層 9 の後方に、上部シールド層 9 と同じパーマロイからなる中間放熱層 3 1 が形成されている。

## 【 0 1 1 2 】

中間放熱層 3 1 は、絶縁層 5 を介して下部シールド層 3 0 と対向しており、中間放熱層 3 1 と下部シールド層 3 0 は絶縁層 5 により絶縁されている。また、中間放熱層 3 1 は、スライダ 1 の磁気ディスク対向面 1 b に露出していない。

## 【 0 1 1 3 】

上部シールド層 9 と中間放熱層 3 1 は、分離絶縁層 1 2 により覆われている。中間放熱層 3 1 は、上面のほぼ全面が分離絶縁層 1 2 から露出している。

## 【 0 1 1 4 】

分離絶縁層 1 2 上には、記録部 h 2 の下部コア層 1 3 と、下部コア層 1 3 と同じパーマロイからなる上部放熱層 3 2 が形成されている。

## 【 0 1 1 5 】

上部放熱層 3 2 は、下部コア層 1 3 の後方に下部コア層 1 3 と接触することなく形成されている。また、上部放熱層 3 2 は、スライダ 1 の磁気ディスク対向面 1 b に露出していない。

## 【 0 1 1 6 】

このような上部放熱層 3 2 には、分離絶縁層 1 2 を貫通して中間放熱層 3 1 に接触する第 1 の連結部 3 2 a が一体に形成されている。上部放熱層 3 2 と中間放熱層 3 1 は、上部放熱層 3 2 の第 1 の連結部 3 2 a により連結されている。

## 【 0 1 1 7 】

第 3 の実施の形態の製造方法は、第 1 の実施の形態とほぼ同じであり、異なるのは、下部シールド層 3 0 のパターンと、絶縁層 5 の中間放熱層 3 1 が形成される部分を除去しないことだけであるから、説明を省略する。

## 【 0 1 1 8 】

このような第 3 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドが磁気媒体に磁気記録を行なうとき、第 1 の実施の形態と同様に、第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 には、記録電流によるジュール熱が発生する。

## 【 0 1 1 9 】

上部放熱層 3 2 は、第 1 の連結部 3 2 a により中間放熱層 3 1 と一体化されて、熱容量が増大している。第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 の熱は、一体化された上部放熱層 3 2 と中間放熱層 3 1 に放出される。

## 【 0 1 2 0 】

下部シールド層 3 0 と中間放熱層 3 1 の間には絶縁層 5 が介在しているので、下部シールド層 3 0 には中間放熱層 3 1 の熱が伝導し難い。ただし、下部シールド層 3 0 に中間放熱層 3 1 の熱が伝導した場合にも、下部シールド層 3 0 の熱は、スライダ 1 側に放出され易く、下部シールド層 3 0 が高温になることはない。

## 【 0 1 2 1 】

なお、上記第 3 の実施の形態では、再生部 h 1 の上部シールド層 9 と記録部 h 2 の下部コア層 1 3 が分離されており、上部シールド層 9 の後方に形成された中間放熱層 3 1 と下部コア層 1 3 の後方に形成された上部放熱層 3 2 は、第 1 の連結部 3 2 a により一体化されているが、再生部 h 1 の上部シールド層 9 が記録部 h 2 の下部コア層 1 3 と兼用されるとき、即ち、分離絶縁層 1 2 がなく、上部シールド層 9 と下部コア層 1 3 が連続に形成されて一体であるとき、上部放熱層 3 2 と中間放熱層 3 1 を連続に形成して一体化しても良い。

## 【 0 1 2 2 】

上記第 1、第 2、第 3 の形態において、上部放熱層 1 5、2 7、3 2 と中間放熱層 1 1、2 6、3 1 は、磁性金属からなり熱伝導率がそれほど高くないので、連結部 1 5 a、2 9、3 2 a により一体化されて、熱容量を増大させることが好ましい。しかし、連結部 1 5 a、2 9、3 2 a がなく、上部放熱層 1 5、2 7、3 2 と中間放熱層 1 1、2 6、3 1 の間に分離絶縁層 1 2 が介在していても良い。下部コア層 1 3 から分離されて形成された上部放熱層 1 5、2 7、3 2 が第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 に対向している限り、中間放熱層 1 1、2 6、3 1 がなくても良い。

## 【 0 1 2 3 】

図 5 は、本発明の第 4 の実施の形態の薄膜磁気ヘッドを示す断面図である。図 5 の実施の形態において、第 1 の実施の形態と同一部材には同一符号を付与して説明を省略する。ここでは、第 1 の実施の形態と異なる事項を説明する。

## 【 0 1 2 4 】

第 4 の実施の形態において、下部放熱層 3 3 は、Cu や Au などの熱伝導率が高い金属材料からなり、パーマロイからなる下部シールド層 3 の後方に形成されている。下部放熱層 3 3 は、下部シールド層 3 に接触することなく、スライダ 1 の磁気ディスク対向面 1 b に露出していない。下部シールド層 3 と下部放熱層 3 3 は磁気抵抗効果素子 6 を覆う絶縁層 5 により覆われている。

## 【 0 1 2 5 】

パーマロイからなる上部シールド層 9 は、絶縁層 5 を介して下部シールド層 3 と対向している。Cu や Au などの熱伝導率が高い金属材料からなる中間放熱層

3 4 は、絶縁層 5 上で上部シールド層 9 の周囲に上部シールド層 9 と接触することなく形成されている。中間放熱層 3 4 は、スライダ 1 の磁気ディスク対向面 1 b に露出していない。

## 【 0 1 2 6 】

中間放熱層 3 4 と下部放熱層 3 3 は、絶縁層 5 を挟んで対向しており、絶縁層 5 により互いに絶縁されている。

## 【 0 1 2 7 】

上部シールド層 9 と中間放熱層 3 4 は、分離絶縁層 1 2 により覆われている。分離絶縁層 1 2 上には、パーマロイからなる下部コア層 1 3 が形成されており、下部コア層 1 3 と上部シールド層 9 は、分離絶縁層 1 2 を介して互に対向している。

## 【 0 1 2 8 】

また、分離絶縁層 1 2 上には、Cu や Au などの熱伝導率が高い金属材料からなる上部放熱層 3 5 が下部コア層 1 3 の周囲に形成されている。上部放熱層 3 5 は、下部コア層 1 3 に接触することなく、スライダ 1 の磁気ディスク対向面 1 b に露出していない。上部放熱層 3 5 と中間放熱層 3 4 は、分離絶縁層 1 2 を挟んで互に対向しており、分離絶縁層 1 2 により互いに絶縁されている。

## 【 0 1 2 9 】

第 4 の実施の形態の製造方法は、アンダーコート 2 上に、パーマロイ膜をメッキ形成して下部シールド層 3 を形成する工程と、Cu や Au 等の金属膜をメッキ形成して下部放熱層 3 3 を形成する工程とをそれぞれ別の工程で行った後、下部シールド層 3 と下部放熱層 3 3 を覆う絶縁層 5 を形成する。

## 【 0 1 3 0 】

そして、絶縁層 5 上に、パーマロイ膜をメッキ形成して上部シールド層 9 を形成する工程と、Cu や Au 等の金属膜をメッキ形成して中間放熱層 3 4 を形成する工程とをそれぞれ別の工程で行った後、上部シールド層 9 と中間放熱層 3 4 を覆う分離絶縁層 1 2 を形成する。

## 【 0 1 3 1 】

そして、分離絶縁層 1 2 上に、パーマロイ膜をメッキ形成して下部コア層 1 3

を形成する工程と、CuやAu等の金属膜をメッキ形成して上部放熱層35を形成する工程とをそれぞれ別の工程で行う。

## 【0132】

このような第4の実施の形態の薄膜磁気ヘッドが磁気媒体に磁気記録を行なうとき、第1の実施の形態と同様に、第1のコイル21と第2のコイル23には、記録電流によるジュール熱が発生する。

## 【0133】

上部放熱層35は、パーマロイよりも熱伝導率の高い金属からなるので、第1のコイル21と第2のコイル23の熱は、パーマロイからなる下部コア層13よりも上部放熱層35側に放出されやすい。

## 【0134】

上部放熱層35と中間放熱層34は、分離絶縁層12により互いに分離されているが、中間放熱層34が熱伝導率の高い材料からなるので、上部放熱層35の熱は、分離絶縁層12を介して中間放熱層34に伝導する。

## 【0135】

また、中間放熱層34と下部放熱層33は、絶縁層5により互いに分離されているが、下部放熱層33が熱伝導率の高い材料からなるので、中間放熱層34の熱は、絶縁層5を介して下部放熱層33に伝導する。そして、第1のコイル21と第2のコイル23の熱は、下部放熱層33からスライダ1に放出される。

## 【0136】

なお、上記第4の実施の形態では、下部放熱層33と中間放熱層34と上部放熱層35のすべてをパーマロイなどの磁性金属よりも熱伝導率の高い金属から形成したが、下部放熱層33と中間放熱層34と上部放熱層35のうち、いずれかが熱伝導率の高い金属であれば、他を下部コア層13や上部シールド層9、下部シールド層3と同じ磁性金属にしても良い。特に、第1のコイル21と第2のコイル23に最も近い上部放熱層35を熱伝導率の高い金属から形成することが好ましい。

## 【0137】

第1のコイル21と第2のコイル23の熱を上部放熱層35に放出しやすくす

るためには、上部放熱層 3 5 の熱が中間放熱層 3 4 と下部放熱層 3 3 に放出されることが好ましいが、上部放熱層 3 5 が、下部コア層 1 3 から分離されて形成され、第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 に対向している限り、中間放熱層 3 4 と下部放熱層 3 3 は、設けなくても良い。

## 【 0 1 3 8 】

上記第 4 の実施の形態で、下部放熱層 3 3 と中間放熱層 3 4 は絶縁層 5 により分離されているが、下部放熱層 3 3 を絶縁層 5 から露出させて、下部放熱層 3 3 と中間放熱層 3 4 を連結する連結部を設けても良い。

## 【 0 1 3 9 】

下部放熱層 3 3 と中間放熱層 3 4 を連結する連結部は、中間放熱層 3 4 と一体に形成されていても良いし、上部シールド層 9 と同じパーマロイから形成されていても良い。上部シールド層 9 と同じパーマロイからなる連結部では、上部シールド層 9 と同時に形成することができる。

## 【 0 1 4 0 】

また、上記第 4 の実施の形態で、中間放熱層 3 4 と上部放熱層 3 5 は分離絶縁層 1 2 により分離されているが、中間放熱層 3 4 を分離絶縁層 1 2 から露出させて、中間放熱層 3 4 と上部放熱層 3 5 を連結する連結部を設けても良い。

## 【 0 1 4 1 】

中間放熱層 3 4 と上部放熱層 3 5 を連結する連結部は、上部放熱層 3 5 と一体に形成されていても良いし、下部コア層 1 3 と同じパーマロイから形成されていても良い。下部コア層 1 3 と同じパーマロイからなる連結部では、下部コア層 1 3 と同時に形成することができる。

## 【 0 1 4 2 】

上記第 1 から第 4 の実施の形態で説明したように、第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 の熱は、下部コア層 1 3 から分離されて形成された上部放熱層 1 5、2 7、3 2、3 5 に放出されるようになっている。

## 【 0 1 4 3 】

また、上記第 1 から第 4 の実施の形態において、再生部 h 1 の下部シールド層 3 と上部シールド層 9 が、磁気抵抗効果素子 6 の後方で金属からなる連結部に連

結されていてもよい。

【 0 1 4 4 】

下部シールド層 3 と上部シールド層 9 を連結すると、上部シールド層 9 が加熱された場合にも、上部シールド層 9 の熱が連結部から下部シールド層 3 に伝導されて、下部シールド層 3 からスライダ 1 に放出されるので好ましい。

【 0 1 4 5 】

また、上部シールド層 9 と下部シールド層 3 が金属からなる連結部に連結されると、上部シールド層 9 と下部シールド層 3 が同電位となって、上部シールド層 9 と下部シールド層 3 の耐腐食性を高めることができる。

【 0 1 4 6 】

また、上記した下部放熱層 4、中間放熱層 1 1 及び上部放熱層 1 5 のうちいずれか 1 つ以上の放熱層が形成されていればよく、前記コイル 2 1、2 3 は、設けられた前記放熱層に対向する部分を有していればよい。

【 0 1 4 7 】

また下部放熱層 4、中間放熱層 1 1 及び上部放熱層 1 5 のうち 2 つ以上の放熱層が設けられ、設けられた前記放熱層の一部はそれぞれ膜厚方向に対向して設けられていることが好ましい。これによって連結部 1 1 a、2 8 で各放熱層間を適切に連結させることが可能になる。

【 0 1 4 8 】

さらに設けられた放熱層は、その前方に設けられた磁性層（下部シールド層 3、上部シールド層 9、下部コア層 1 3 のいずれか）の幅方向の両側にまで延びて形成されていることが好ましい。ここで幅方向とは、記録部のトラック幅を決める方向に沿う方向である。

【 0 1 4 9 】

ただしかかる場合、放熱層が磁気記録媒体との対向面に露出すると、熱膨張した放熱層が磁気記録媒体に接触する可能性があるので、前記放熱層は、前記磁気記録媒体との対向面よりも後退していることが好ましい。

【 0 1 5 0 】

上記のように、前記放熱層を、その前方に設けられた磁性層の幅方向の両側に



まで延ばして形成することで、熱容量が増し、しかもコイル層と放熱層との膜厚方向へのオーバーラップ領域が増えるので、コイル層からの熱をより放熱層に導くことが可能である。

【 0 1 5 1 】

【発明の効果】

本発明の薄膜磁気ヘッドは、記録部の熱が放熱層に放出されるので、記録部、さらには記録部と再生部の温度上昇を抑制し、記録媒体との対向面からの前記部の熱膨張による突出を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の薄膜磁気ヘッドが形成されたスライダの全体斜視図、

【図 2】

本発明の薄膜磁気ヘッドの第 1 の実施の形態の断面図、

【図 3】

本発明の薄膜磁気ヘッドの第 2 の実施の形態の断面図、

【図 4】

本発明の薄膜磁気ヘッドの第 3 の実施の形態の断面図、

【図 5】

本発明の薄膜磁気ヘッドの第 4 の実施の形態の断面図、

【図 6】

従来の薄膜磁気ヘッドの断面図、

【図 7】

コイルの導体層の直流抵抗と突出量の関係を示すグラフ、

【符号の説明】

h 1 再生部

h 2 記録部

1 スライダ

1 a 一端面

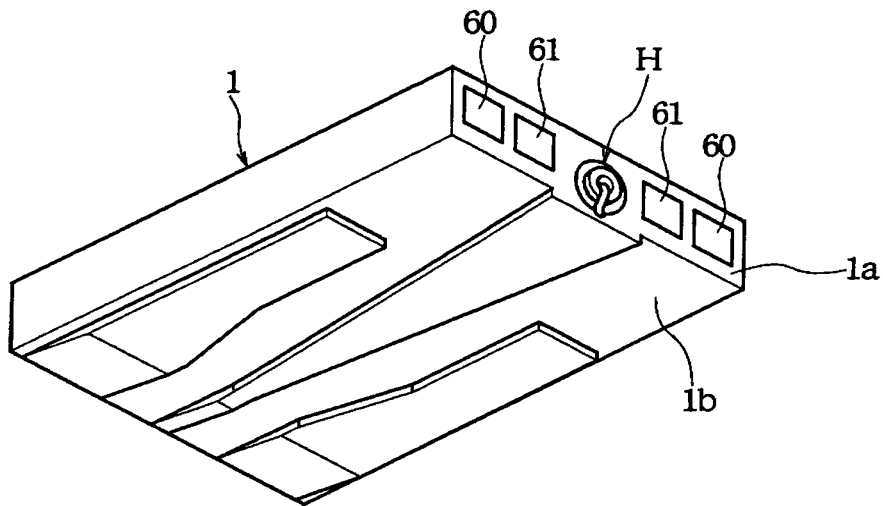
1 b 磁気ディスク対向面

- 3、3 0 下部シールド層
- 4、3 3 下部放熱層
- 5 絶縁層
- 6 磁気抵抗効果素子
- 9 上部シールド層
- 1 1、2 6、3 1、3 4 中間放熱層
- 1 1 a 第 2 の連結部
- 1 9 接続層
- 2 8 第 2 の連結部
- 1 2 分離絶縁層
- 1 3 下部コア層
- 1 5、2 7、3 2、3 5 上部放熱層
- 1 5 a、3 2 a 連結部
- 2 9 第 1 の連結部
- 1 7 記録コア
- 1 7 b 非磁性ギャップ
- 2 1 第 1 のコイル
- 2 1 a 導体層
- 2 3 第 2 のコイル
- 2 3 a 導体層
- 2 4 上部コア層

【書類名】 図面

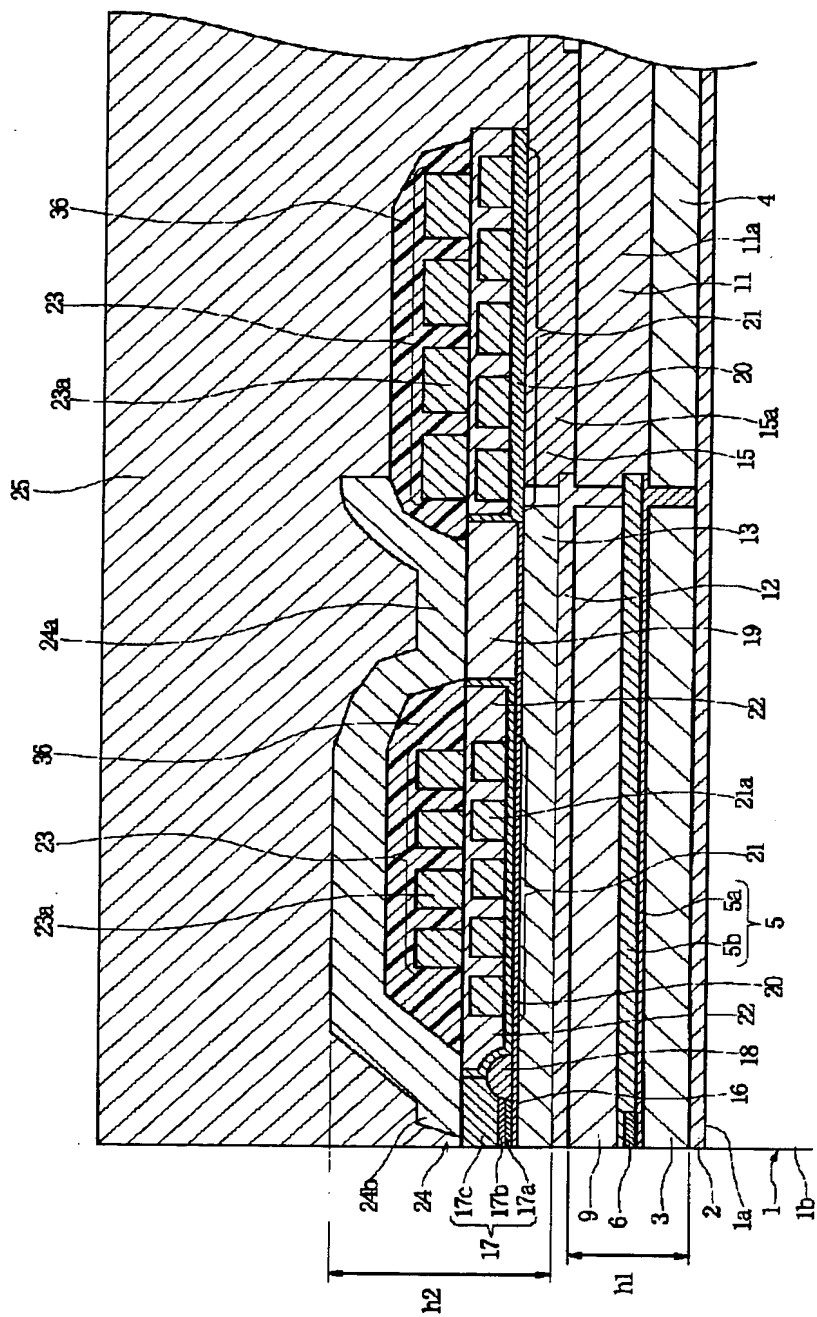
【図 1】

図 1



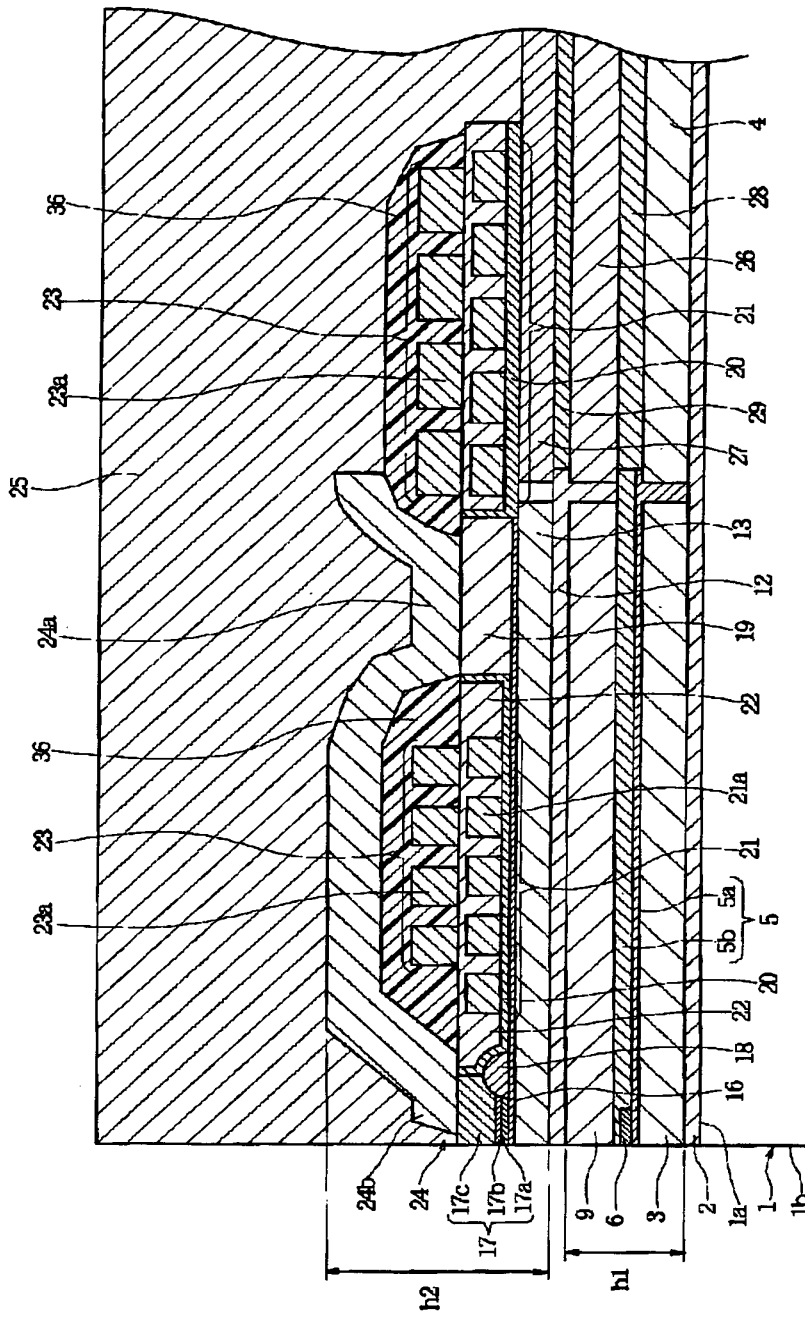
【図2】

図2



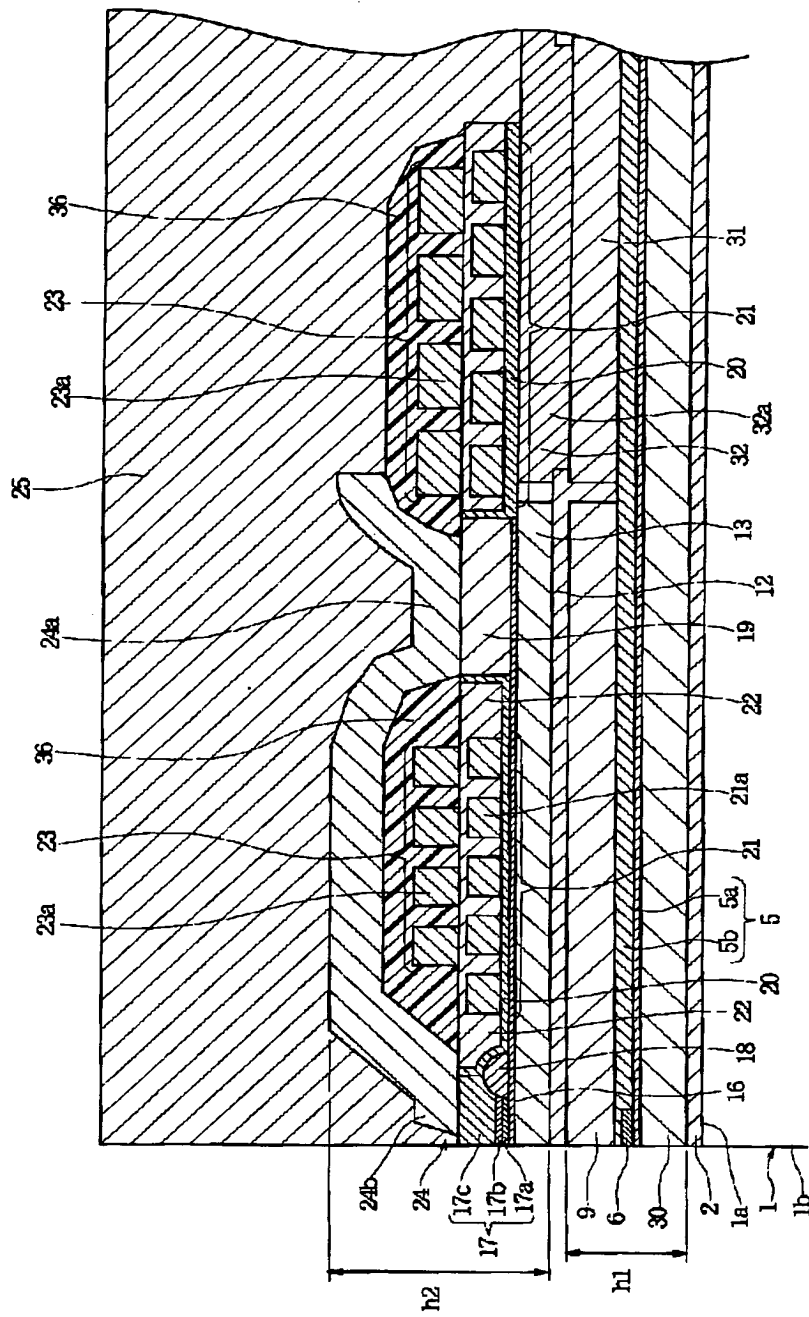
【図 3】

図 3



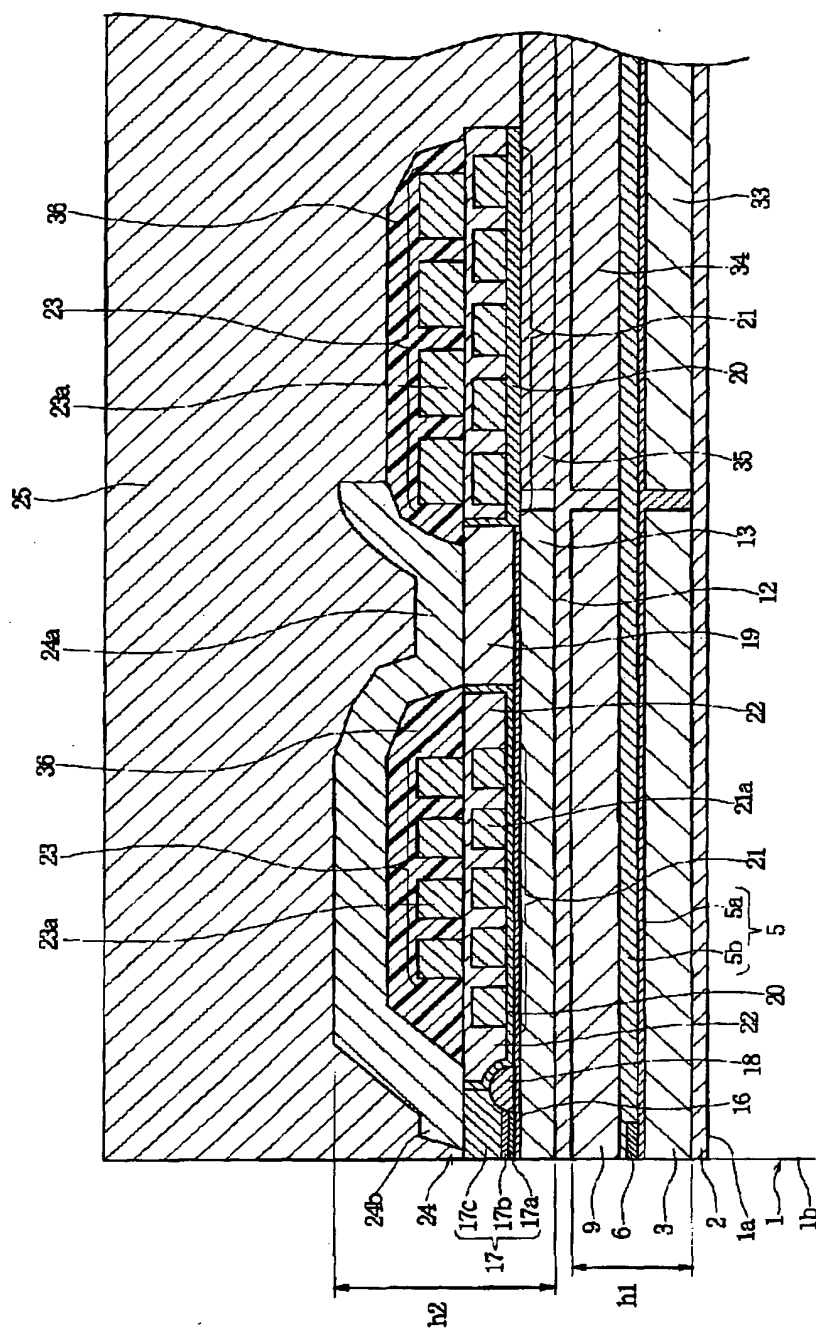
【図4】

図4



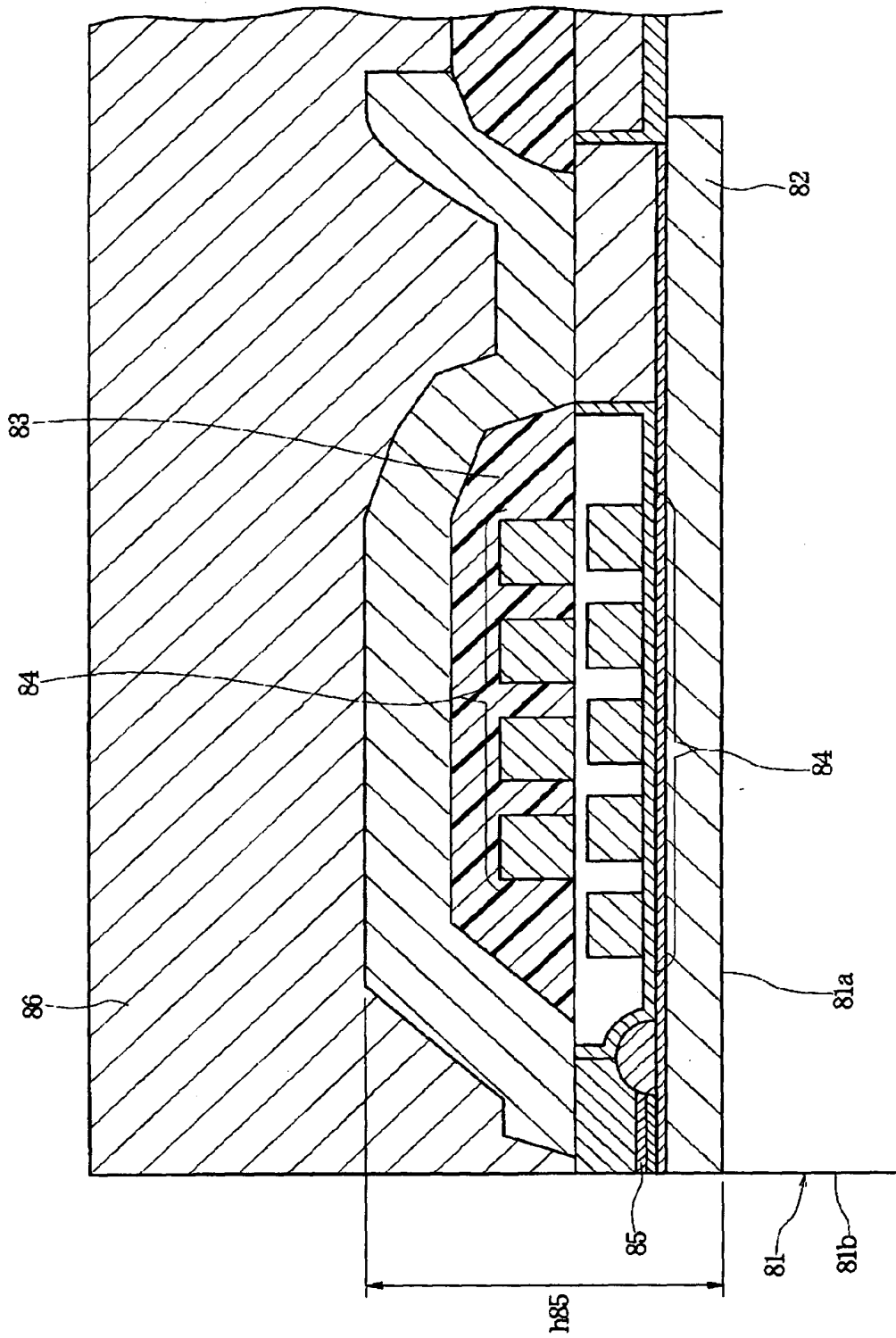
【図 5】

図 5



【図 6】

図 6





【図 7】

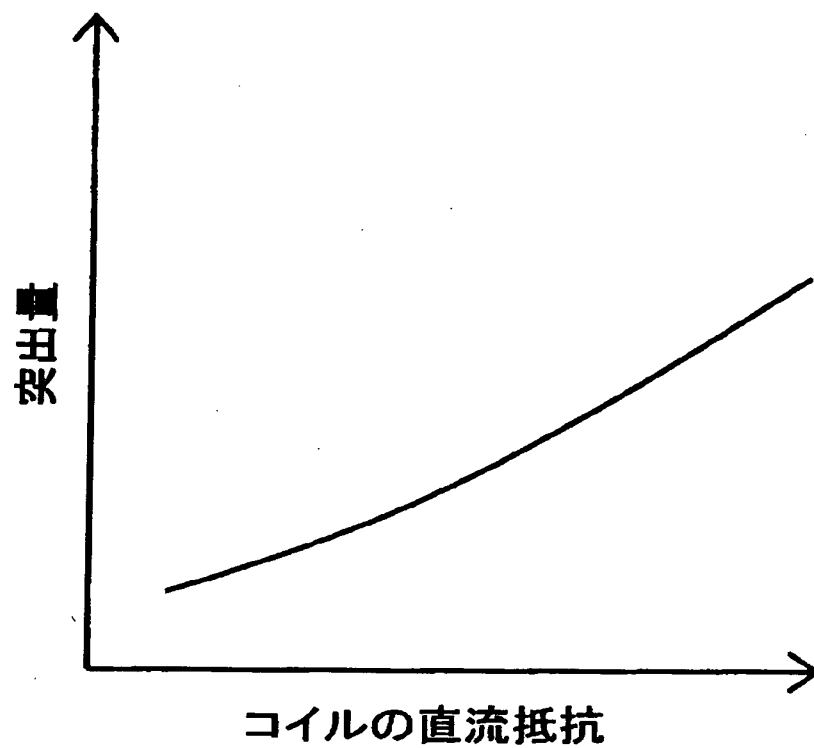


図 7

【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    熱膨張により記録ヘッド部が磁気ディスク対向面からの突出することを抑制して、磁気記録装置の高記録密度化、高周波化に対応可能な薄膜磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】    下部コア層 1 3 の周囲に、下部コア層 1 3 と接触しないように上部放熱層 1 5 を形成して、第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 が下部コア層 1 3 に対向する部分と上部放熱層 1 5 に対向する部分とを有し、第 1 のコイル 2 1 と第 2 のコイル 2 3 の熱が上部放熱層 1 5 に放出されるようにした。

【選択図】            図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000010098]

1. 変更年月日 1990年 8月27日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区雪谷大塚町1番7号  
氏 名 アルプス電気株式会社